

Технічні науки

УДК 331.45; 614.8

Нуянзін Олександр Михайлович

*кандидат технічних наук, доцент, начальник лабораторії
Науково-дослідна лабораторія інновацій у сфері цивільної безпеки
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України*

Нуянзин Александр Михайлович

*кандидат технических наук, доцент, начальник лаборатории
Научно-исследовательская лаборатория инноваций
в сфере гражданской безопасности
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
Национального университета гражданской защиты Украины*

Nuianzin Oleksandr

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory
Research Laboratory of Innovations in the Field of Civil Security
Cherkasy Heroes of Chernobyl Fire Safety Institute
National University of Civil Defense of Ukraine
ORCID: 0000-0003-2527-6073*

Зазимко Олександр Віталійович

*науковий співробітник відділу електротехнічних виробів,
науково-випробувального центру
Інститут державного управління та наукових досліджень
з цивільного захисту*

Зазимко Александр Витальевич

*научный сотрудник отдела электротехнических изделий
научно-испытательного центра
Институт государственного управления и научных исследований
по гражданской защите*

Zazimko Oleksandr

Scientific Researcher in the Field of Electrical Engineering Virobes

Science-Viprobubal Center

Institute of Sovereign Governance and Scientific Advocacy from Civil Society

ORCID: 0000-0001-7496-0248

Ратушний Олексій Вікторович

молодший науковий співробітник відділу речовин і матеріалів

науково-випробувального центру

Інститут державного управління та наукових досліджень

з цивільного захисту

Ратушний Алексей Викторович

младший научный сотрудник отдела веществ и материалов

научно-испытательного центра

Институт государственного управления и научных исследований

по гражданской защите

Ratushnyy Oleksiy

Junior researcher of the Department of Substances and Materials

Research and Testing Center

Institute of Public Administration and Civil Defense Research

ORCID: 0000-0002-4728-3509

Онищук Андрій Євгенійович

молодший науковий співробітник відділу електротехнічних виробів

науково-випробувального центру

Інститут державного управління та наукових досліджень

з цивільного захисту

Онищук Андрей Евгеньевич

младший научный сотрудник отдела электротехнических изделий

научно-испытательного центра

Институт государственного управления и научных исследований

по гражданской защите

Onyschuk Andriy

Junior Researcher of the Electrical Engineering Department Products of the

Research and Testing Center

Institute Public Administration and Civil Protection Research

ORCID: 0000-0002-1829-126X

**ЗГОРЯННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ПРОФЕСІЙНИЙ
ЧИННИК РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ПОЖЕЖНИКІВ-
РЯТУВАЛЬНИКІВ**

**СГОРАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ**

**COMBUSTION OF POLYMERIC MATERIALS AS A PROFESSIONAL
RISK FACTOR FOR HEALTH OF RESCUE FIREFIGHTERS**

Анотація. Обґрунтовано гігієнічне значення важких металів у продуктах згорання полімерів для осіб, які професійно контактують з горінням полімерних матеріалів.

Ключові слова: важки метали, полімерні матеріали, санітарно-гігієнічні аспекти.

Аннотация. Обоснованно гигиеническое значение тяжелых металлов в продуктах сгорания полимеров для лиц, профессионально контактирующих с горением полимерных материалов.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, полимерные материалы, санитарно-гигиенические аспекты.*

Summary. *The hygienic value of heavy metals in the combustion products of polymers for persons who are in professional contact with the combustion of polymeric materials is substantiated.*

Key words: *heavy metals, polymeric materials, sanitary and hygienic aspects*

Сьогодні одними з найчастіше запитуваних різними галузями промисловості нових матеріалів є полімери – хімічні сполуки, що мають високу молекулярну масу і ланцюжок яких складається із багаторазово повторюваних фрагментів. Полімери були з нами з самого початку часу. Природні полімери включають такі речі, як смоли і шелак, панцеру черепахи і рогів, а також дерев, які виробляють соки бурштину і латексу.

Полімери – це високомолекулярні сполуки в яких кількість ланок повинна бути достатньо великою. В більшості випадків кількість ланок можна вважати достатньою, щоб прирівняти молекулу до полімеру. Взагалі полімери утворюється з мономерів в ході реакцій полімеризації або поліконденсації.

До полімерів відносять природні сполуки: каучук, білки, нуклеїнові кислоти та ін. Полімери відносять до органічних сполук, але існує багато неорганічних полімерів. Значну кількість полімерів виводять систематичним шляхом на основі елементів природного походження та найпростіших сполук, шляхом хімічних перетворень, реакцій полімеризації та поліконденсації.

Існує дуже багато різних видів полімерів, котрі складаються з вуглеводню. Такі полімери, як правило складаються з дрібних блоків, котрі з'єднуються в довгі ланцюги.

Вуглець складає основу молекули водню і атоми зв'язані в скелеті полімера. Існують полімери, які містять тільки вуглець і водень (наприклад, поліпропілен, полі-бутилен, полістирол). Навіть якщо основна складова багатьох полімерів вуглець і водень, можуть бути залучені також і інші елементи. Кисень, хлор, фтор, азот, кремній, фосфор і сірку та інші елементи, які знаходяться в молекулярному складі полімерів. Полівінілхлорид містить хлор. Нейлон містить азот і кисень. Тефлон містить фтор. Полієфіри і полікарбонати містять кисень. Існують дві основні групи полімерів термопласти і терморективні. Термопластичні і терморективні засновані на основі теплової реакції полімерів. Є також прозорі та непрозорі полімери. Прозорість полімеру залежить від ступеня кристалізації полімеру і наявністю присадок.

Проте в останні 10-15 років в технології виробництва полімерних матеріалів відбулися якісні зміни, пов'язані з поширенням використання сполук металів практично на всіх стадіях. Можна говорити про технологічну революцію в цій галузі [1].

Для виробництва полімерних матеріалів використовується 10 % кадмію, що всього здобувається на Землі, і 15 % вироблюваного в світі свинцю (а якщо врахувати пігменти для лакофарбових матеріалів, то 25 %). Ринок тільки свинцю для цілей термостабілізації ПВХ оцінюється в 450 тис. тонн на рік [2, 3]. Таким чином, проблема металів в ПМ є не тільки актуальною, але і глобальною проблемою.

Проте, в науковій літературі відбиті спроби вивчити санітарно-гігієнічні аспекти міграції металів з полімерних матеріалів [4-6].

Як показали дослідження, конденсат диму ПВХ-пластику є маслянистою рідиною коричневого кольору, із специфічним запахом, що поволі густіє на повітрі.

Дані визначення вмісту металів в конденсаті приведені в табл. 1.

Результати експериментальних досліджень з визначення вмісту металів в конденсаті диму ПВХ вагонки А14

| Метал | Вміст в конденсаті, мг/г | Відносне станд. відхилення, Sr |
|-------|--------------------------|--------------------------------|
| Pb | 85,0 | 0,017 |
| Al | 0,68 | 0,029 |
| Ba | 0,18 | 0,032 |
| Cd | 0,16 | 0,031 |
| Sn | 0,08 | 0,038 |
| Mn | 0,06 | 0,036 |

Як видно з таблиці, вміст свинцю в конденсаті складає 85,0 мг/г, що вище, ніж в початковому пластику (24,5 мг/г). Теж саме відноситься і до інших металів.

Розрахунок показує, що маса речовини, при горінні зразку ПВХ масою 10 г у вигляді диму, складає 270 мг, а маса свинцю в ній — 24 мг. Таким чином, частка свинцю, що виділяється в повітря при горінні ПВХ, складає 9,8 % (у вказаних умовах і для даного матеріалу). Крім того, при термоокислювальній деструкції ПВХ за температури 350 °С виділяється значна кількість хлористого водню, який сприяє утворенню достатньо летючих сполук багатьох важких металів, особливо свинцю, кадмію і цинку [7, 8].

Аналіз результатів дозволяє припустити можливість експозиції важкими металами організму людей і тварин, що контактують з димом при горінні полімерних матеріалів. Для перевірки цього припущення нами був проведений експеримент по дії газо-аерозольної фракції продуктів горіння.

Іншими словами, концентрація важких металів в продуктах згорання полімерних матеріалів можуть бути небезпечним гігієнічним чинником для людей, професійно пов'язаних з горінням полімерів. Проблема посилюється широким використанням полімерів як будівельних

конструкційних і оздоблювальних матеріалів, а також високою насиченістю ними житлових і виробничих приміщень.

Література

1. Ушмарин Н.Ф. Влияние технологических добавок CALSEC на свойства резин / Е.С. Григорьева, А.Ю. Плеханова, Н.И. Кольцов // «Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем». Сб. тезисов научно-практ. конф. Казань, 2011. Издательство Казанского национального исследовательского технологического университета. 155 с.
2. Зотов Ю. Л. Исследование процесса синтеза стеарата свинца / Ю. В. Попов, Е. В. Золотарева, Е. А. Куляева / Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. № 2(75) / ВолгГТУ. Волгоград, 2011. 192 с. (Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Вып. 8). Волгоградский государственный технический университет. С. 174-177.
3. Уилки Ч. Поливинилхлорид / Ч. Уилки, Дж. Саммерс, Ч. Даниэлс (ред.); пер. с англ. под ред. Г.Е. Зайкова. СПб.: Профессия, 2007. 728 с.
4. Thompson D. The validation of a method for determining the migration of trace elements from food packaging materials into food / S. J. Parry, R. Benzing // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 1997. Vol. 217, No. 1. PP. 147-150.
5. Frank Welle Migration of antimony from PET bottles into beverages: Determination of the activation energy of diffusion and migration modelling compared to literature data / Roland Franz // Food Additives and Contaminants. 2010. V. 28, № 1. PP. 115-146.
6. Ki-Cheol Kim Levels of heavy metals in candy packages and candies likely to be consumed by small children / Yong-Bae Park, Myung-Jin Lee, Jung-

Beom Kim, Jeong-Weon Huh, Dae-Hwan Kim, Jung-Bok Lee, Jong-Chan Kim // *Food Research International*. 2008. V. 41. PP. 411–418.

7. Роль тяжёлых металлов в токсичности продуктов горения полимерных материалов. Оценка экспозиции пожарных-спасателей соединениями тяжёлых металлов / Е.Г. Пыхтеева, Д.В. Большой, Е.С. Шитко [и др.] // *Вестник гигиены и эпидемиологии*. 2011. Т. 15. № 1. С. 53-57.
8. Большой Д.В. Металлы в полимерных материалах как гигиеническая проблема // *Сучасні проблеми токсикології*. 2011. № 5 (55). С. 164-165.